

令和 3 年 6 月 17 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18H01777

研究課題名(和文)環境保全に資する原料および炭素繊維複合材料合成プロセスの開発

研究課題名(英文) Development of synthesis processes of raw material and carbon fiber composite material contributing to environmental conservation

研究代表者

山本 徹也 (Yamamoto, Tetsuya)

名古屋大学・工学研究科・准教授

研究者番号：10432684

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,500,000円

研究成果の概要(和文)：炭素繊維強化熱可塑性樹脂(CFRTP)の高強度化には炭素繊維(CF)/熱可塑性樹脂(TP)界面の接着性とTP樹脂含浸性の向上が必要であり、これらを実現するためTPコロイドによるCF表面修飾技術を開発した。CFRTPのリサイクル性を向上させるため、本技術でCFを耐熱性のあるシリカナノコロイドを表面修飾しリサイクルCFの強度を保つことに成功した。CFRTPのマルチマテリアル化のために、金属表面をTPコロイドで表面修飾し異種材料間の接着性を向上させた。これらのTPコロイド原料調製の排出液の環境負荷について、分子量が1000未満のカチオン性の芳香族環を含むポリマーは微生物毒性を示すことが分かった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

二酸化炭素排出量削減に向けて、輸送機の軽量化が必要不可欠である。本技術は炭素繊維と熱可塑性樹脂の界面に着目し、熱可塑性樹脂成分を含む高分子コロイド溶液を調製することで界面特性を強化することに成功した。本技術開発による軽量・高強度・リサイクル性に優れたCFRTPは時代の要請に応える材料であると言える。現在、最大曲げ応力で800MPaを示すCFRTPに更に高強度・高性能・高付加価値を付与させることで社会実装が加速度的に進むと考えられる。また高分子コロイドを調製する際にも環境負荷に注意を払い、持続可能な発展を可能にするプロセス設計の指針を本研究成果から与えることができたと考えられる。

研究成果の概要(英文)：To enhance the strength of carbon fiber reinforced thermoplastic resin (CFRTP), it is necessary to improve the surface adhesion between the carbon fiber (CF) and thermoplastic resin (TP) and TP resin impregnation property. Surface modification technique for CF was developed. To improve the recyclability of CFRTP, we succeeded in maintaining the strength of recycled CF by surface modification CF with silica nanocolloid with heat-resistance. To make CFRTP multi-material, the metal surface was modified with TP colloid to improve the surface adhesion between the metal and CFRTP. Regarding the environmental load of the effluents prepared from these TP colloidal materials, it was found that polymers containing cationic aromatic rings with a molecular weight of less than 1000 show microbial toxicity.

研究分野：化学工学

キーワード：CFRTP ポリマーコロイド ソープフリー乳化重合 低環境負荷型プロセス 界面接着性 マルチマテリアル 微生物毒性

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

地球温暖化がさげばれている昨今、環境負荷低減のための材料開発とその合成プロセスに関する研究が盛んに行われている。高機能な複合材料が合成されているが、「その廃棄物もまた環境に悪い影響を与えている」という側面もある。たとえば軽量・高剛性材料である炭素繊維強化プラスチック(CFRP)は飛行機や高級自動車に用いられ、燃費の向上に貢献している。しかし、その廃棄物の再利用は困難であり、埋め立てられるのが現状である。欧州では CFRP の廃棄が禁止されている。高分子微粒子もまた接着、化粧品、印刷、電子デバイス、複合材料など多様な分野に応用される原料である。環境負荷の高い界面活性剤を用いず、かつ水溶媒を利用したソープフリー乳化重合法による高分子微粒子の合成プロセスが開発されている。しかし、このプロセスの廃水の安全性は評価されていない。

本研究では炭素繊維強化熱可塑性プラスチック(CFRTP)が廃棄物になった場合と原料合成プロセスの廃水に焦点をあてる。そして、リサイクルできる材料への転換と廃水の有効活用するプロセスを開発する。高機能材料が廃棄物になったときのことまで十分に考慮した材料デザインについて検討した。

2. 研究の目的

① コロイド粒子吸着量が CFRTP、金属材料界面物性に与える影響

TP 微粒子吸着により炭素繊維(CF)と熱可塑性樹脂(TP)の界面特性が向上することが分かっている。この効果が CFRTP の力学物性におよぼす影響を三点曲げ試験を行って調べる。また、TP 微粒子吸着量により CFRTP の力学物性が制御できるのかを明らかにする。さらに、従来の熱硬化性樹脂を用いた CFRP と同等の力学物性に達するのかを明らかにする。達すれば熱硬化性樹脂からリサイクル性の高い TP へ転換した CFRTP への代替を強く押し進められる。すなわち CFRTP による一般自動車の軽量化、二酸化炭素排出量抑制とリサイクルが達成される。

② TP 微粒子調製プロセスの廃水が微生物におよぼす影響

本研究では原料である TP 微粒子をソープフリー乳化重合で合成する。このプロセスの廃水はマイクロコッカスに対して微生物毒性があることを明らかにしている。廃水には製品である TP 微粒子になりそこねた低分子量の高分子が残存している。低分子量ほど菌の細胞膜を通過しやすく、細胞内部に入り込んで菌を死滅させている可能性が高い。それゆえ「分子量がどの領域のものが微生物毒性を示すのか?」、MALDI-TOF-MS 法により分子量を定量評価する。

3. 研究の方法

TP コロイドあるいはシリカナノコロイド粒子を CF 束に電気泳動操作(図1)により表面修飾し、ホットプレス法で CFRTP を作製した。CF 表面への TP 微粒子吸着量については熱重量測定、CF/TP 界面の接着性についてはフラグメンテーション試験、CFRTP の力学物性については三点曲げ試験を実施した。また TP(PA6)樹脂と TP コロイドを吸着させた金属(A5052)表面との接着性について引張剪断試験を行い、マルチマテリアル化の可能性について検討した。

シリカナノコロイドの調製にはゾルゲル法を用いた。TP コロイドの調製にはモノマーと開始剤を溶媒である水中で攪拌し、水熱合成することで高分子コロイドを調製した。これをコロイド粒子と上澄み液に分離し、これらの微生物に帯する毒性を調べるために、マイクロコッカスを用いたバイオアッセイ試験を行い、阻止円径を測定した。

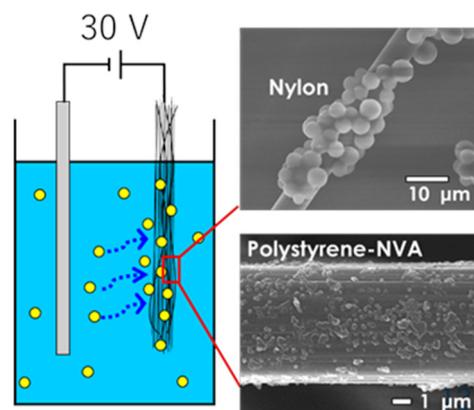


図 1. コロイドによる炭素繊維表面修飾法

4. 研究成果

CF 表面に吸着したコロイド吸着量が CF/TP 界面の接着性に与える影響を調べた結果を図2に示す。図 2a,c が示すように TP と同種のコロイドの吸着量が増加するにつれて、界面接着性が向上することが分かった。また吸着させる TP 粒子の分子量が大きくなると分子間に作用する相互作用も強化され、CF/TP 界面の接着性が向上すると言える(図 2b)。異種材料であるシリカナノコロイドを吸着させた場合、印加電圧を増加させて吸着量を増やしても CF/TP 界面の接着性の向上は見られなかった(図 2d)。

一方、樹脂含浸性については、いずれの図2に示したいずれのコロイド表面修飾においても向上することが分かった。TP と同種のコロイドについては、ホットプレス時に含浸しにくい CF 間に TP

コロイドが既に侵入しているので自明である。異種材料であるシリカコロイドの場合、ホットプレス時にシリカコロイドがCF間でスペーサーの役割を果たすので、樹脂が浸透しやすくなったと考えられる。本コロイドによる表面修飾操作によって、CF/TP 界面接着性と樹脂含浸性の向上が確認されたので、これらの効果がCFRTPの力学物性に与える影響について図3に示した。いずれの場合においても、CFRTPの曲げ応力の向上を観察することができた。これは界面接着性および樹脂含浸率が向上していることが要因であると言える。本コロイドによるCFの表面修飾操作によりCFRTPの力学物性が向上することが明らかになった。

次にCFRTPのリサイクル性の向上について、シリカナノコロイドによるCF表面修飾操作の効果について検討した。CFを各種ガス雰囲気下で500℃の熱処理を30分間行って回収した炭素繊維の引張強度を評価した結果を図4に示す。酸素を含む空气中で熱処理操作を行うとCF表面の一部が酸化され欠陥が生じている可能性がある。そのため、引張強度の低下が起こったと考えられる。一方、シリカナノコロイドで表面修飾を施したCFは強度低下は見られるものの、その程度は低く、耐熱性のあるシリカコロイドが酸化による欠陥の発生を抑制したことが原因であると考えられる。この効果はホットプレス法で合成したCFRTPを熱処理し、リサイクルしたCFの強度を測定した際にも確認することができた。以上より、シリカナノコロイドによるCF表面修飾の効果はTP樹脂含浸性とリサイクル性の向上に寄与すると言える。

コロイドによるCF/TP界面物性の改善のつぎに、CFRTPのTP樹脂の配置について検討した。すなわち、図2,3に示したPA6樹脂とPP樹脂を併用したCFRTPの構造設計について検討した。図3に示した通り、PA6のみで作製したCFRTPは強度が強いが、高いコストと耐水性に弱点がある。PA6の樹脂の割合を減らし耐水性を向上させるために、PA6とPPの層状構造にしてCFRTPを作製し、その曲げ強度について評価した。体積割合でPA6の使用量の半分にして、PA6とPPを交互に積層させ、それぞれの樹脂の厚みを100μmにまで薄くすることで、PA6のみのCFRTPの72%の強度を発現させることに成功した。

CFRTPと金属(A5052)のマルチマテリアル化について検討した。PA6樹脂とPA12粒子で表面修飾したA5052間の引張剪断力を測定した結果を図5に示す。粒子吸着量を増加させると引張剪断力が増加したことが分かった。この結果、CFRTPのマルチマテリアル化が可能であると考えられる。

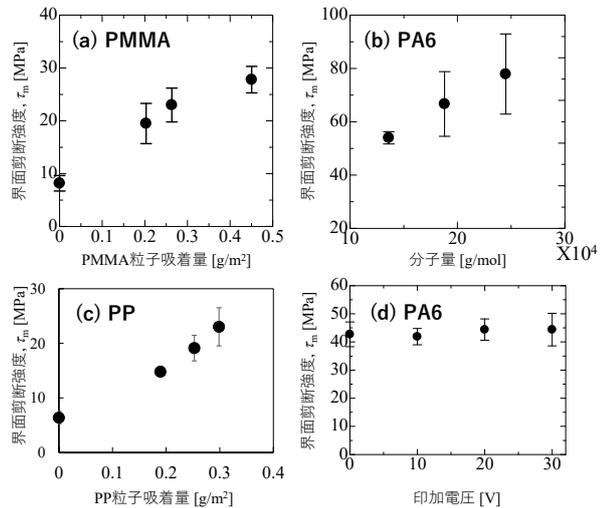


図2. コロイド吸着量がCF/TP界面接着性に与える影響

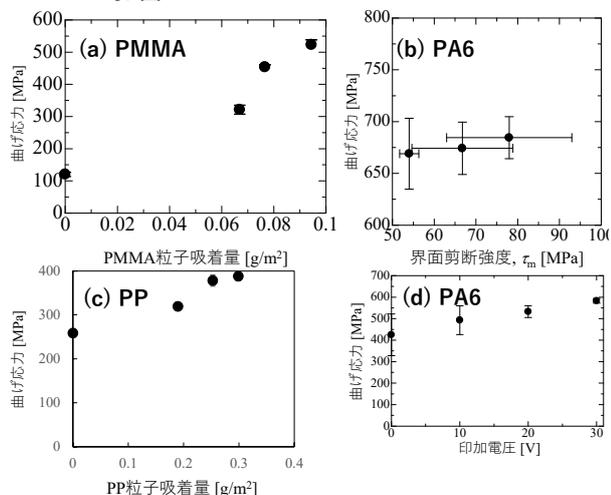


図3. コロイド吸着量がCFRTP曲げ物性に与える影響

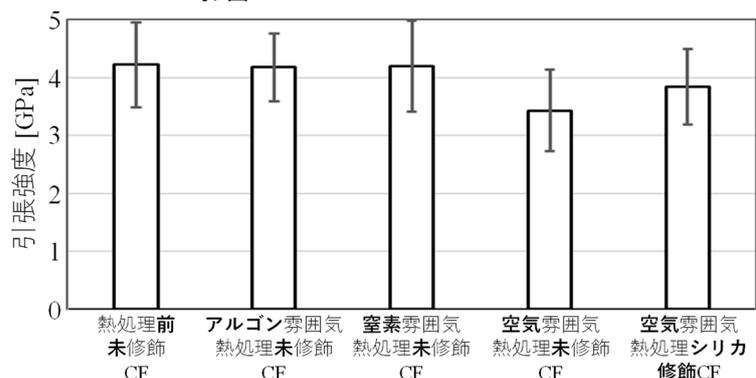


図4. シリカコロイド吸着が熱処理後の炭素繊維強度に与える影響

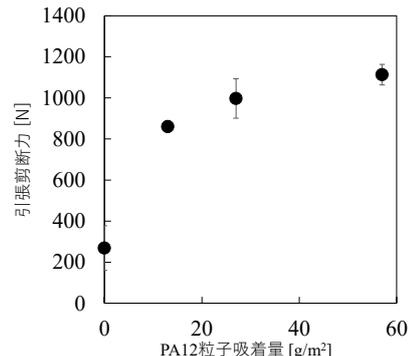


図5. コロイド表面修飾したPA6とA5052表面間の引張剪断力

CF 表面修飾時に用いた TP コロイドの合成時に排出される遠心分離後の上澄み液をマイクロコッカスを利用したバイオアッセイ試験に用い、上澄み液の微生物毒性を調査した。その結果を図 6 に示す。アニオン性ではなくカチオン性のポリスチレンで分子量が 1000 未満のポリマーが特に微生物毒性を示すことが明らかになった。サイズが 100 nm 以上の TP コロイドには微生物毒性がなかった。またビニル基に芳香環が直接結合しているモノマーを用いた重合を用いると、その芳香環に多様な官能基が結合していても微生物毒性を示すことから、微生物毒性にポリマーに含まれる芳香環が深く関与していることが分かった。

また 100 nm 以上の TP 微粒子をトルエン溶媒に溶解させた溶液で同様のバイオアッセイ試験を行った。その結果、微生物毒性を示すことを明らかにした。トルエン溶液のみのバイオアッセイ試験では微生物毒性が確認されなかったため、溶媒に溶解しているポリスチレンが微生物毒性を示したものと考えられる。以上のことから、TP コロイド系において、微生物毒性を示すかどうかは分散がキーになると考えられる。

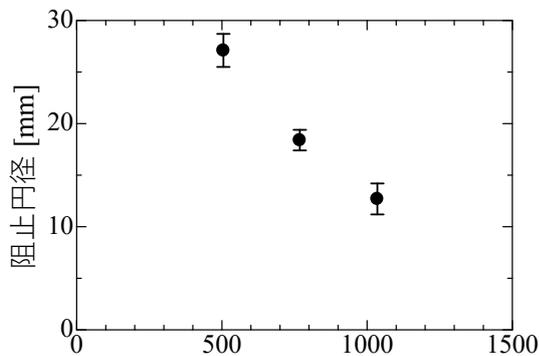


図 6. スチレンのソープフリー乳化重合の上澄み液に含まれる TP の分子量の微生物毒性

TP コロイドの分散安定性について、ソープフリー乳化重合に用いるモノマー種と開始剤の組合せを幾つか試して重合してみた。その結果、開始剤官能基が正帯電を示すものとアニリンやピリジンと結合するビニルモノマーを重合に用いると、モノマーと開始剤のそれぞれの官能基間に静電相互作用に基づく斥力が作用するため、TP コロイドは高い分散安定性を示した。一方、開始剤官能基が負帯電を示すものを用いると、官能基間に静電引力が作用するため TP コロイド同士で凝集が起こり、不安定になることを明らかにした(図 7)。

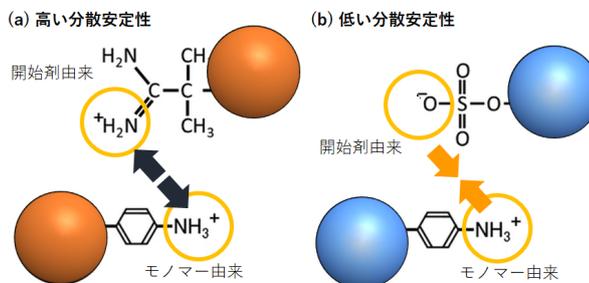


図 7. 開始剤とモノマーの官能基が TP コロイドの分散安定性に与える影響

特に高い分散安定性を示す系の上澄み液に含まれる低分子は、高い安定性を維持し、また微生物毒性を示しやすい傾向にあることが分かった。

マイクロプラスチックによる海洋汚染が問題になっており、TP の分子量と官能基が生態系に与える影響を考慮した TP の設計が必要であると考えられる。

環境保全に資する原料および炭素繊維複合材料合成プロセスの開発にあたり、研究を進め、以上の実験結果を得ることができた。総括すると、CFRTP の高強度化には CF/TP 界面接着性と TP 樹脂含浸性の向上が必要であり、これらを実現するために TP コロイドによる CF 表面修飾技術を開発した。本技術を応用して、CFRTP のリサイクル性を向上させるため、CF に耐熱性のあるシリカナノコロイドを表面修飾することで、リサイクル CF の強度を保つことに成功した。CFRTP のマルチマテリアル化のために、金属表面を TP コロイドで表面修飾することで異種材料間の接着性を向上させることができた。このように、TP コロイドが複合材料の高性能化に有効であることが分かった。

これらの TP コロイド原料を調製には低環境負荷型プロセスのソープフリー乳化重合を用いた。この方法で排出される上澄み液の環境に与える影響についてバイオアッセイ試験で調べたところ、分子量が 1000 未満のカチオン性のポリマーで芳香族環を含むものについては微生物毒性を示すことが分かった。それ故、ソープフリー乳化重合で用いるモノマーと開始剤の官能基に十分に配慮したポリマーの合成が望まれる。

今後 CFRTP の一般自動車への適用には、本手法で性能が強化された部分を活かし、また破壊時の危害性に注意を払った材料設計を行う必要があると考える。例えば、CFRTP の破壊時に CF/TP 界面に界面剥離を誘発する仕組みを導入するなど技術開発を進めていくことで、より安全な CFRTP に進化していくものと思われる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 13件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Yamamoto Tetsuya, Tsutsumi Kazuya, Kawai Yusuke	4. 巻 202
2. 論文標題 Making hollows using nitrogen gas emitted by the decomposition of VAm-110 in polystyrene particles	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Polymer	6. 最初と最後の頁 122761 ~ 122761
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.polymer.2020.122761	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ouchi Shinya, Yamada Naoki, Yamamoto Tetsuya	4. 巻 59
2. 論文標題 Size Control of Polystyrene Nanoparticles Synthesized in Melamine Foam	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Industrial & Engineering Chemistry Research	6. 最初と最後の頁 17927 ~ 17933
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.iecr.0c03560	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yamamoto Tetsuya, Ota Yusuke	4. 巻 255
2. 論文標題 Creating a laminated carbon fiber-reinforced thermoplastic using polypropylene and nylon with a polypropylene colloid	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Composite Structures	6. 最初と最後の頁 113038 ~ 113038
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.compstruct.2020.113038	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yamada Naoki, Ouchi Shinya, Yamamoto Tetsuya	4. 巻 47
2. 論文標題 Synthesis of Polystyrene Nanoparticles using Thermally Reversible Hydrogel as Polymerization Field	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 KAGAKU KOGAKU RONBUNSHU	6. 最初と最後の頁 11 ~ 16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1252/kakoronbunshu.47.11	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yamamoto Tetsuya, Yabushita Sho, Irisawa Toshihira, Tanabe Yasuhiro	4. 巻 181
2. 論文標題 Enhancement of bending strength, thermal stability and recyclability of carbon-fiber-reinforced thermoplastics by using silica colloids	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Composites Science and Technology	6. 最初と最後の頁 107665 ~ 107665
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.compscitech.2019.05.022	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yamamoto Tetsuya, Takahashi Yuya	4. 巻 48
2. 論文標題 Controlling Porous Hollow Silica Particles through Soap-free Emulsion Polymerization with Polymer Core Particles	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 1229 ~ 1231
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.190513	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yamamoto Tetsuya, Arakawa Kenji, Furuta Ryo, Teshima Aiko	4. 巻 20
2. 論文標題 Influence of the size of polystyrene synthesized through soap-free emulsion polymerization on antimicrobial activity	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Materials Today Communications	6. 最初と最後の頁 100572 ~ 100572
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.mtcomm.2019.100572	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kawai Yusuke, Yamamoto Tetsuya	4. 巻 31
2. 論文標題 Synthesis of porous carbon hollow particles maintaining their structure using hyper-cross-linked Poly(St-DVB) hollow particles	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Advanced Powder Technology	6. 最初と最後の頁 614 ~ 620
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.appt.2019.11.016	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ota Yusuke, Yamamoto Tetsuya	4. 巻 388
2. 論文標題 Improved metal-resin adhesion via electroplating-induced polymer particle adsorption	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Surface and Coatings Technology	6. 最初と最後の頁 125591 ~ 125591
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.surfcoat.2020.125591	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yamamoto Tetsuya, Furuta Ryo, Arakawa Kenji, Teshima Aiko	4. 巻 596
2. 論文標題 Relationship between dispersion-forming capability of poly(4-vinylaniline) colloids and antimicrobial activity	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects	6. 最初と最後の頁 124736 ~ 124736
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.colsurfa.2020.124736	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Toyoda Naoya, Yamamoto Tetsuya, Arakawa Kenji, Teshima Aiko	4. 巻 48
2. 論文標題 Preparation of PVA/Polymer Colloid nanocomposite Hydrogel Using PS-PNVA Particles	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 378 ~ 381
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.181042	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yamamoto Tetsuya, Furuta Ryo, Kawai Yusuke	4. 巻 48
2. 論文標題 Effect of Initiator Charge on Dispersion Stability of Polymer Particles Formed by Soap-free Emulsion Polymerization of 4-Vinylaniline or 4-Vinylpyridine	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 208 ~ 210
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.180917	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yamamoto Tetsuya, Arakawa Kenji, Furuta Ryo, Teshima Aiko	4. 巻 47
2. 論文標題 Antimicrobial Activities of Polymers Synthesized through Soap-free Emulsion Polymerization Using a Cationic Initiator and Styrene Derivative Monomers	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 1402 ~ 1404
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.180762	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計41件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 11件)

1. 発表者名 山本徹也, 藪下翔
2. 発表標題 シリカコロイドを利用したCFRTPのマテリアルリサイクル
3. 学会等名 2020年度粉体工学会春期研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山本徹也, 藪下翔
2. 発表標題 シリカナノコロイドを利用したCFRTPのマテリアルリサイクル
3. 学会等名 繊維学会年次大会2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 堤和也, 山本徹也
2. 発表標題 粒子内で発生した窒素ガスによる高分子微粒子の中空化
3. 学会等名 化学工学会 第51回秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 寺田悠悟, 山本徹也
2. 発表標題 ナノポイドがCFRTPの力学特性に及ぼす影響
3. 学会等名 化学工学会 第51回秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山本徹也, 河合優介
2. 発表標題 高分子微粒子の中空化と炭素化
3. 学会等名 化学工学会 第51回秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 金スルチャン, 山本徹也
2. 発表標題 ラジカルを利用した炭素繊維と熱可塑性樹脂間の接着性向上
3. 学会等名 2020年 繊維学会秋季研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大内慎也, 山田尚輝, 山本徹也
2. 発表標題 三次元網目構造を反応場とした高分子ナノ粒子のサイズコントロール
3. 学会等名 2020年度粉体工学会秋期研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山田尚輝, 大内慎也, 山本徹也
2. 発表標題 熱可逆性ハイドロゲルを重合場としたポリスチレンナノ粒子の合成
3. 学会等名 化学工学会広島大会2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉良亘平, 金スルチャン, 山本徹也
2. 発表標題 CFRTPの力学物性を向上させる構造設計
3. 学会等名 第23回化学工学会学生発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大内慎也, 山田尚輝, 山本徹也
2. 発表標題 メラミンフォームを反応場とした 高分子ナノ粒子のサイズコントロール
3. 学会等名 化学工学会 第86年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山本徹也, 山田尚輝
2. 発表標題 メチルセルロースゲルを反応場とした高分子ナノ粒子の合成
3. 学会等名 化学工学会 第86年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山本徹也, 古田凌, 荒川賢治
2. 発表標題 高分子を構成する官能基が微粒子分散安定性, 微生物毒性に与える影響
3. 学会等名 化学工学会 第85年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tetsuya Yamamoto, Sho Yabushita
2. 発表標題 Enhancement of Bending Strength, Thermal Stability and Recyclability of Carbon-Fiber-Reinforced Thermoplastics by Using Silica Nano Colloids
3. 学会等名 44th International Conference on Advanced Ceramics and Composites (ICACC- 2020) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山本徹也, 豊田直也
2. 発表標題 コロイドを利用したカーボンナノチューブの樹脂中分散
3. 学会等名 第57回粉体に関する討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tetsuya Yamamoto, Ryo Furuta, and Kenji Arakawa
2. 発表標題 Effect of Functional Group of Polymer Particles on Dispersion Stability and Antimicrobial Activity
3. 学会等名 Okinawa Colloids 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yusuke Kawai, Tetsuya Yamamoto
2. 発表標題 Synthesis of Carbon Hollow Particles by Template Free Method
3. 学会等名 Okinawa Colloids 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tetsuya YAMAMOTO, Yuya TAKAHASHI, and Naoya TOYODA
2. 発表標題 Dispersion of nano-materials in polymer composite materials
3. 学会等名 18th APCCChE Congress (APCCChE 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yusuke Kawai, Tetsuya Yamamoto
2. 発表標題 Development of New Synthesis Method for Hollow Polymer Particles
3. 学会等名 18th APCCChE Congress (APCCChE 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yusuke Ota, Tetsuya Yamamoto
2. 発表標題 Colloidal Technique for Applying CFRTP to Multi-Material structure
3. 学会等名 18th APCCChE Congress (APCCChE 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 河合優介, 山本徹也
2. 発表標題 高分子中空微粒子の炭素化による多孔質炭素中空微粒子の合成
3. 学会等名 粉体工学会秋期研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 太田悠介, 山本徹也
2. 発表標題 コロイド技術を利用したマルチマテリアル構造用途のCFRTP作製
3. 学会等名 粉体工学会秋期研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山本徹也, 藪下翔
2. 発表標題 シリカコロイドを利用したCFRTPのマテリアルリサイクル
3. 学会等名 第44回複合材料シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山本徹也, 古田凌, 高橋侑椰, 荒川賢治
2. 発表標題 高分子を構成する官能基が微粒子分散安定性, 微生物に与える影響
3. 学会等名 粉体工学会春期研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山本徹也
2. 発表標題 コロイドテクニクによる 炭素材料/熱可塑性樹脂界面物性の強化
3. 学会等名 第5回 スマート材料アクチュエータ実用化研究会（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山本徹也
2. 発表標題 ポリマー微粒子の界面設計による低環境負荷型社会の構築
3. 学会等名 化学工学会第84年会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山本徹也, 藪下翔
2. 発表標題 コロイド技術を利用したCFRTPのマテリアルリサイクル
3. 学会等名 化学工学会第84年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山本徹也, 高橋侑椰
2. 発表標題 両親媒性モノマーを用いた多孔質中空シリカ粒子の調製
3. 学会等名 2018年度 粉体工学会秋期研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山本徹也, 高橋侑椰
2. 発表標題 分散安定性を維持した高分子微粒子表面ゾルゲル反応のための表面設計
3. 学会等名 第20回高分子ミクروسフェア討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山本徹也, 高橋侑椰
2. 発表標題 分散安定性を維持した高分子微粒子表面ゾル-ゲル反応のための微粒子設計
3. 学会等名 化学工学会第50回秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 etsuya Yamamoto, Katsumasa Uematsu, Syo Yabushita
2. 発表標題 Enhancement of mechanical properties of carbon fiber reinforced thermoplastic using colloidal techniques
3. 学会等名 Metal Forming 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山本徹也
2. 発表標題 高分子コロイドによる炭素繊維/熱可塑性樹脂界面物性の強化
3. 学会等名 第4回複合材料界面科学研究会(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山本徹也, 上松克匡
2. 発表標題 高分子コロイドを利用した高強度CFRTPの作製
3. 学会等名 平成30年度繊維学会年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Naoya Toyoda, Tetsuya Yamamoto
2. 発表標題 Preparation of PVA hydrogel in polymer colloid solution for biomedical materials
3. 学会等名 13th Korea-Japan Symposium on Materials and Interfaces (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuta Makino, Tetsuya Yamamoto
2. 発表標題 Reduction of environmental load in activated carbon production process from waste biomass
3. 学会等名 13th Korea-Japan Symposium on Materials and Interfaces (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yusuke Kawai, Tetsuya Yamamoto
2. 発表標題 Novel synthesis method of nonspherical polymer particles
3. 学会等名 13th Korea-Japan Symposium on Materials and Interfaces (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 牧野雄太, 山本徹也
2. 発表標題 木質バイオマス由来の活性炭製造プロセスにおける環境負荷の低減化の検討
3. 学会等名 化学工学会第50回秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 太田悠介, 山本徹也
2. 発表標題 炭素繊維 - PPの界面特性を向上するコロイド技術
3. 学会等名 化学工学会第50回秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 藪下翔, 山本徹也, 上松克匡
2. 発表標題 コロイド技術による CFRTPのリサイクル性の向上
3. 学会等名 化学工学会室蘭大会2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 藪下翔, 上松克匡, 山本徹也
2. 発表標題 高分子コロイドを利用したCFRTPのマテリアルリサイクル
3. 学会等名 第20回高分子ミクロスフェア討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 河合優介, 山本徹也
2. 発表標題 高機能複合材料のための高分子マイクロスフェアの帯電制御
3. 学会等名 第20回高分子マイクロスフェア討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 牧野雄太, 山本徹也
2. 発表標題 廃棄バイオマス由来の活性炭製造プロセスの環境負荷低減の検討
3. 学会等名 第56回炭素材料夏季セミナー
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計8件

1. 著者名 山本徹也ら	4. 発行年 2020年
2. 出版社 株式会社技術情報協会	5. 総ページ数 586
3. 書名 CFRP/CFRTPの界面制御、成形加工技術と部材応用	

1. 著者名 山本 徹也, 他	4. 発行年 2020年
2. 出版社 技術情報協会	5. 総ページ数 658
3. 書名 ラジカル重合を中心とした ポリマー・微粒子・コーティング材の 合成, 応用, トラブル対策	

1. 著者名 山本 徹也, 他	4. 発行年 2019年
2. 出版社 技術情報協会	5. 総ページ数 612
3. 書名 炭素繊維およびその繊維複合材料における分析試験, 評価解析に関する最新事例集	

1. 著者名 山本 徹也, 他	4. 発行年 2019年
2. 出版社 技術情報協会	5. 総ページ数 650
3. 書名 ナノ粒子塗工液の調整とコーティング技術	

1. 著者名 山本 徹也, 他	4. 発行年 2019年
2. 出版社 技術情報協会	5. 総ページ数 600
3. 書名 分離プロセスの最適化とスケールアップの進め方	

1. 著者名 山本 徹也, 他	4. 発行年 2018年
2. 出版社 S&T出版	5. 総ページ数 342
3. 書名 炭素繊維・炭素繊維複合材料の未来	

1. 著者名 山本 徹也, 他	4. 発行年 2018年
2. 出版社 技術情報協会	5. 総ページ数 584
3. 書名 防汚・防水・防曇性向上のための材料とコーティング, 評価・応用	

1. 著者名 山本 徹也, 他	4. 発行年 2018年
2. 出版社 株式会社テクノシステム	5. 総ページ数 752
3. 書名 粉体の表面処理・複合化技術集大成 - 基礎から応用まで -	

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 高分子化合物の製造方法、多孔質体、及び高分子化合物の粒子	発明者 山本徹也, 大内慎也, 山田尚輝	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、2020-085490	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

<p>研究成果発表論文リスト http://www.material.nagoya-u.ac.jp/Tanabe_Yamamoto_Lab/paper.html</p>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	入澤 寿平 (Irisawa Toshihira) (30737333)	名古屋大学・工学研究科・助教 (13901)	
研究分担者	荒川 賢治 (Arakawa Kenji) (80346527)	広島大学・統合生命科学研究科(先)・准教授 (15401)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関